

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-234169

⑤ Int. Cl.⁴ 識別記号 庁内整理番号 ④ 公開 昭和60年(1985)11月20日
F 16 H 53/02 8012-3J
C 21 D 9/30 7047-4K
// C 21 D 5/00 7730-4K 審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭ 発明の名称 再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法

⑮ 特 願 昭59-91655

⑯ 出 願 昭59(1984)5月7日

⑰ 発 明 者 野々山 秀夫 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑰ 発 明 者 福 泉 敏治 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑰ 発 明 者 森 田 章義 豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑱ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 豊田市トヨタ町1番地

明 細 書

1. 発明の名称

再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法

2. 特許請求の範囲

1. TIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギー照射によって、セメンタイトを主要な相とするチル硬化層と焼入硬化層との2層硬化層を、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って形成したことを特徴とする再溶融チルカムシャフト。

2. 鋳鉄製カムシャフトのカム中心部およびベース円部にそれぞれ穿設された油孔を有する、特許請求の範囲第1項記載の再溶融チルカムシャフト。

3. 鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面に形成された焼入硬化層幅を、ロッカアーム等のカム摺動面と摺動する相手材の当り幅以上とした特許請求の範囲第1項記載の再溶融チルカムシャフト。

4. 鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面に形成されたチル硬化層のカム摺動面幅中心部におけるチ

ル硬化深さを0.3～1.5mm、焼入硬化深さを0.3～2.0mmとした、特許請求の範囲第1項記載の再溶融チルカムシャフト。

5. 鋳鉄製カムシャフトにおけるカム摺動面の全周に渡って、TIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギーを照射した後自己冷却することによって、再溶融・自己冷却された部位におけるセメンタイトを主要な相とするチル硬化層と、オーステナイト化加熱・自己冷却された部位における焼入硬化層との2層硬化層を同時に形成させることを特徴とする再溶融チルカムシャフトの製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法に関し、詳しくは、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面に、TIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギー照射を利用して再溶融・自己冷却により形成されたチル硬化層と、オーステナイト化加熱・自己冷却により形成され

た焼入硬化層との2層硬化層を形成することにより、カム摺動面の全周に渡って優れた摺動特性とすることのできる再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法にかかる。

〔従来技術〕

従来、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面を全周に渡って表面硬化処理する方法として、2つの方法が採用されている。

その1つの方法は、高周波焼入により鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って、マルテンサイト組織からなる表面硬化層を形成する方法である。

この方法においては、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面を部分的に表面焼入硬化するより全周を表面焼入硬化することとした方が、高周波焼入コイルの成形加工が簡単となることから、結果的にそのような表面硬化様式としているものである。

そして、この方法においては、表面焼入硬化されたカム摺動面における疲労剥離摩耗に耐える特

性、いわゆる、耐ピッチング性には優れているものの、引掻摩耗に耐える特性、いわゆる、耐スカuffing性における耐久性が充分でないという欠点がある。

また、高周波焼入による高い焼入硬さを確保するために、鋳造材質中にCr, Mo, Ni等の焼入性向上元素を多量に添加しなければならないことから鋳造不良が増加し、その結果としてコストも高騰するという問題点がある。

さらに、この方法においては、鋳鉄製カムシャフト粗形材を鑄放し状態において基地組織を全てパーライト組織と遊離セメントライトとすることは難しく、若干のフェライト組織を含む組織となることは避けられない。

このため、高周波焼入した場合において、所定の焼入硬さを確保することが出来ないことがしばしば発生するという問題点がある。

また、この方法により製造した鋳鉄製カムシャフトは、基地組織がパーライト組織であり、その中に遊離セメントライトを含有していることから、

3

その後の機械加工工程における切削性が著しく悪く加工困難となるという問題を発生することが多く、特に、カムに油孔を穿設することは殆ど不可能に近い。

また、高周波焼入の仕方によっては、焼割れを発生しやすい等の問題点もある。

次に、もう1つの表面硬化方法としては、最近、ラッシュアジャスタ等を設置してタペット調整を不要とした動弁機構において、カムベース円部の摩耗対策として開発された、冷金によりカム摺動面の全周に渡ってチル硬化層を形成させる方法である。

この方法においては、チル硬化層の形成を冷金の冷却によることとしているためチル硬化深さの制御が困難となり、メインオイルホールの穿孔加工でさえ困難となる場合が多いという問題点がある。

また、使用する冷金のメンテナンス、冷金おさめ工数がかかること等から、コスト的にも高騰するという問題点がある。

4

さらに、この方法により製造した鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面は、チル硬化層が粗い組織状態となり、遊離黒鉛も大きいことから、耐スカuffing性、耐ピッチング性等の摺動特性において満足すべき耐久性を確保することができず、カム摺動面圧を低減したり、潤滑的な配慮をしたりする等といった設計的な対策が不可避であるという問題点がある。

そこで、これらの問題点を解決する方法として発明者らは別の出願として、①、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って高密度エネルギー照射によるチル硬化層を形成した再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法、並びに、②、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面に冷金によるチル硬化層と高密度エネルギー照射によるチル硬化層の2層チル硬化層を形成する再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法を提案している。

しかし、それらはいずれも高密度エネルギー照射による再溶融処理において被処理カム摺動面の予熱を実施する必要があることから、加熱再溶融幅

5

6

の制御が難しく、製造コストも高くなりがちである。

とりわけ、②においては、耐久性は極めて優れているものの、鑄造粗形材の鑄造成形時において冷金を有効に活用するための十分な配慮が必要であるという煩わしさがある。

〔発明の目的〕

本発明は、鑄鉄製カムシャフトのカム摺動面をTIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギー照射により、再溶融・自己冷却により形成されたチル硬化層とオーステナイト化加熱・自己冷却により形成された焼入硬化層との2層硬化層を同時に形成することによって、カム摺動面の耐摩耗性、耐スカuffing性等の摺動特性を改善し、もって、メンテナンスフリーの動弁機構において、低コストであって、しかも、鑄鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って摺動特性に優れた再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法を提供することを目的としている。

〔発明の構成〕

このような目的は、本発明によれば、TIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギー照射によって、セメントタイトを主要な相とするチル硬化層と焼入硬化層との2層硬化層を、鑄鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って形成したことを特徴とする再溶融チルカムシャフト、および、鑄鉄製カムシャフトにおけるカム摺動面の全周に渡って、TIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギーを照射した後自己冷却することによって、再溶融・自己冷却された部位におけるセメントタイトを主要な相としたチル硬化層と、オーステナイト化加熱・自己冷却された部位における焼入硬化層との2層硬化層を同時に形成させることを特徴とする再溶融チルカムシャフトの製造方法によって達成される。

〔実施例〕

以下、添付図面に基づいて、本発明の1実施例を説明する。

まず、重量比率で、C；3.4%，Si；2.0%，Mn；0.65%，P；0.20%，S；0.20%，

7

Cr；0.45%，Ni；0.15%，Mo；0.20%，Ce；0.010%，残部実質的にFeからなる鑄鉄材質にて冷金を用いなくて、カムベース円径：φ30mm，カム摺動面幅：15mm，長さ：360mmの寸法を有する鑄鉄製カムシャフト粗形材を鑄造成形後、鑄放し状態にてカムシャフトにおける加工すべき各部を機械加工し、ついで、メインオイルホールとベース円部に通ずる油孔を穿孔した後、カム摺動面の黒皮面を削除すべく、取代を1.5mm程度として機械加工仕上した。

次に、TIGアーク照射によりカム摺動面の全周に渡って、加熱再溶融した後、自己冷却してチル硬化層と焼入硬化層を同時に形成させた。

TIGアーク照射条件としては、被処理カム摺動面を予熱することなく、直流電流値を80～130A，第1図のTIGアーク照射状態を示す説明図におけるタングステン電極1と被処理カム摺動面2との間隔Tを2mm，TIGアーク照射のためのタングステン電極1（トーチ）走査スピードを20mm/secとして、カム摺動面幅に対するト

8

ーチ1揺動幅を変えてTIGアーク照射することにより、ロッカアーム当り面幅aとカム摺動面のチル硬化層幅b₁の比率（硬化幅比B₁）、および、ロッカアーム当り面幅aとカム摺動面の焼入硬化層幅b₂の比率（硬化幅比B₂）を変化させて加熱再溶融した後、カムシャフト本体により自己冷却させた。

上述の条件にて再溶融・自己冷却した鑄鉄製カムシャフトのカム摺動面における、表面硬化層の分布状態を第2図および第3図に示す。

これらの図において、4はチル硬化層、5は焼入硬化層、6は表面硬化されていない鑄放し状態組織部位を示している。

次に、このTIGアークにより再溶融・自己冷却した9本の鑄鉄製カムシャフトと冷金を用いてカムプロファイル部のみをチル硬化処理した鑄鉄製カムシャフト1本の計10本をエンジンに組み付け、2500rpm運転とアイドル運転を繰り返す中負荷でのアップダウン耐久試験を400時間実施した。

この結果をまとめて下表に示す。

この表において、「チル硬化深さ」とは、第3図に示すカム摺動面の中央部におけるチル硬化深さ t_1 であり、また、「焼入硬化深さ」とは、第3図に示すカム摺動面の中央部におけるチル硬化深さ t_2 であり、「硬化比 B_1 、 B_2 」とは、第3図に示すロッカアーム摺動面幅 a に対するカム摺動面における再溶融・自己冷却により形成されたチル硬化層幅 b_1 の比率、即ち、硬化幅比 $B_1 = b_1 / a$ で表示される値、および、ロッカアーム摺動面幅 a に対するカム摺動面における焼入硬化層幅 b_2 の比率、即ち、硬化幅比 $B_2 = b_2 / a$ で表示される値である。

また、「摩耗量」とは、上記アップダウン耐久試験後における摩耗痕深さを示し、「スカッフ評点」とは、上記アップダウン耐久試験後におけるカム摺動面におけるスカッフ発生をの程度を指数により示したもので、0～10で段階的に表示し10に近い程耐スカッフ性に優れていることを示している。

また、「総合評価」とは、上記アップダウン耐久試験後のカム摺動面における「摩耗量」、「スカッフ評点」から、摺動特性を総合的に評価したもので、◎は極めて優秀、○は優良、△は良好、××は著しく劣っていることを示している。

また、「当り面部」とは、カム摺動面における相手材であるロッカアームとの当り面部のことであり、ここで、「境界異常摩耗量」とは、カム摺動面における表面硬化層と母材との境界部における偏摩耗の発生の有無を示している。

この表から明らかなように、焼入硬化層幅がロッカアームの当り面幅以上であって、カム摺動面の中央部におけるチル硬化深さ t_1 が0.3 mm以上であれば、カム摺動面における耐摩耗性、耐スカッフ性のいずれにおいても、冷金によるチル硬化層を形成したカム摺動面（試料①）における摺動特性より格段に優れていることが理解される。

なお、チル硬化深さ t_1 が0.3 mm未満ではチル硬化層形成による摺動特性改善効果が充分でなく、

1 1

1.5 mmを越えると再溶融後の自己冷却によるチル硬化が充分でなくチル硬化層4の硬さが不充分となることからチル硬化深さ t_1 は0.3～1.5 mmとするのが望ましい。

また、表の試料⑤に相当する鋳鉄製カムシャフトを用いて、回転数を2000 rpmとし、スプリング荷重を通常より50%アップさせた中速ピッチング試験を500時間実施したところ、通常のピッチングと異なった細くしかも10 μ以下の極めて浅いピッチングが僅か認められただけで、更に300時間中速ピッチング試験を継続してもそのピッチング状態の進行は認められなかった。

1 2

表

No.	供試品	チル硬化深さ mm	チル硬化層幅 mm	焼入硬化深さ mm	焼入硬化層幅 mm	カム摺動面 摩耗量 μ	プロファイル スカッフ 評点	総合評価	ベース面 摩耗量 μ	ベース面 スカッフ 評点	総合評価	当り面部 境界異常 摩耗
①	冷金チル	1.5	1.2	-	-	300	4	×	400	3	×	無
②	薄いチル	0.3	0.7	0.2	0.8	120	6	△	40	10	◎	有
③	全周チル	0.4	0.9	0.2	1.0	60	9	○	30	10	◎	無
④	③と同	0.3	0.9	0.2	1.1	75	8	○	50	10	◎	無
⑤	中程チル	0.8	0.6	0.7	0.8	100	6	×	18	10	◎	有
⑥	⑤と同	0.8	0.8	0.8	1.1	40	10	◎	15	10	◎	無
⑦	厚チル	0.9	0.9	0.9	1.1	36	10	◎	20	10	◎	無
⑧	⑦と同	1.5	0.6	2.0	0.8	105	6	×	23	10	◎	有
⑨	チル品	1.3	0.7	1.7	1.0	42	10	◎	18	10	◎	無
⑩	⑨と同	1.4	0.8	1.8	1.1	53	9	○	21	10	◎	無

1 3

1 4

〔発明の作用効果〕

以上により明らかなように、本発明にかかる再溶融チルカムシャフトおよびその製造方法によれば、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面をTIGアーク、レーザビーム、電子ビーム等の高密度エネルギー照射により、再溶融・自己冷却により形成されたチル硬化層と、オーステナイト化加熱・自己冷却により形成された焼入硬化層との、2層硬化層を同時に形成することによって、カム摺動面の耐摩耗性、耐スカuffing性等の摺動特性を改善し、もって、メンテナンスフリーの動弁機構において、低コストであって、しかも、鋳鉄製カムシャフトのカム摺動面の全周に渡って摺動特性に優れたものとすることができる利点がある。

加えて、本発明の再溶融チルカムシャフトによれば、メインオイルホール、カム油孔等をチル硬化層、および、焼入硬化層を形成する前に穿孔することができることから穿孔加工が容易となり、従って、デリバリーパイプ等の潤滑構造的な配慮を必要とせず、動弁機構を著しく簡単なものとす

ることができる利点がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、TIGアーク照射状態を示す図、

第2図は、本発明の鋳鉄製カムシャフトのカム横断面図、

第3図は、本発明の鋳鉄製カムシャフトのカムプロフィール部縦断面図である。

1 ……タングステン電極（トーチ）、

2 ……被処理カム摺動面、

3 ……TIGアーク、

4 ……チル硬化層、

5 ……焼入硬化層、

6 ……鑄放し状態組織部位、

7 ……メインオイルホール、

8 ……カム油孔、

a ……ロッカアームの当り面幅、

b₁ ……チル硬化層幅、

b₂ ……焼入硬化層幅、

t₁ ……チル硬化層深さ、

t₂ ……焼入硬化深さ、

1 5

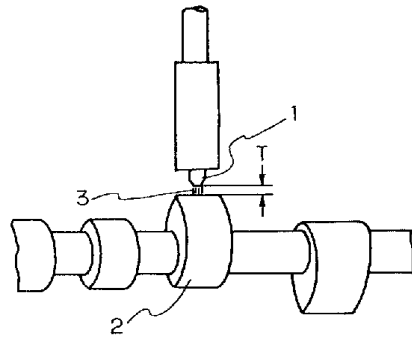
B₁ ……チル硬化層幅比、

B₂ ……焼入硬化層幅比、

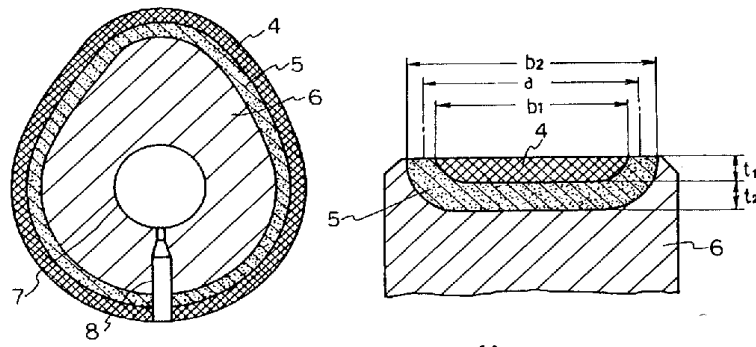
T ……タングステン電極と被処理カム摺動面との間隙、

1 6

出願人 トヨタ自動車株式会社



第 1 図



第 2 図

第 3 図